



# Espacenet

## Bibliographic data: EP1188640 (A2) — 2002-03-20

Apparatus and method for electronically controlling an actuator, arranged in a control system, in motor vehicles

**Inventor(s):** BAUMGARTEN GOETZ DR [DE] ±

**Applicant(s):** BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE] ±

**Classification:** - international: *B62D5/00; B62D5/04; B62D6/00; F15B11/04; B62D101/00; B62D111/00; B62D113/00; B62D137/00; B62D5/00; B62D5/04; B62D6/00; F15B11/00; (IPC1-7): B62D101:00; B62D111:00; B62D113:00; B62D137:00; B62D153:00; B62D6/00*

- european:

**Application number:** EP20010120221 20010823

**Priority number(s):** DE20001045385 20000914

**Also published as:** EP1188640 (A3)

### Abstract of EP1188640 (A2)

An actuator (2) fits in a control device (1) that has one or more control function units (12), through which the actuator can be triggered with a preset adjustment speed by using operating parameters. The control device has an adjustment rate limiter (13) assigned to the control function units, through which set point adjustment speed preset by a control function unit for triggering the actuator can be reduced to a defined limiting value.

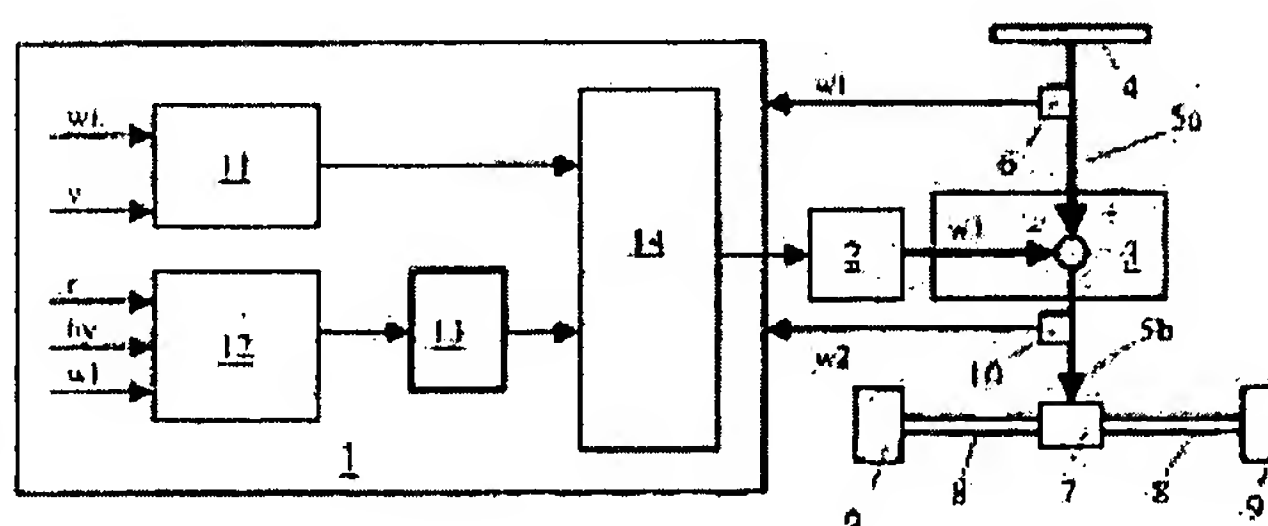


Fig. 2



## Notice

This automatic translation cannot guarantee full intelligibility, completeness and accuracy. [Terms of use](#), [Legal notice](#).

## Description EP1188640

[0001] The present invention relates to a device for electronic control of an actuator associated with a control system in motor vehicles according to the preamble of claim 1

[0002] Such a device is for example in connection with a control system for controlling steering angle of the front wheels of a vehicle from DE 4110148 C2.

Such a wheel steering angle control system is assigned as an actuator, for example, an electric servomotor to the steering column.

In such devices for electronic control of an actuator associated with a control system in motor vehicles is generally given for activating the actuator, the maximum possible actuating speed of the control loop.

[0003] For example, in a superimposed steering system by means of a steering angle control system is changed the driving behavior of the motor vehicle by an electronically controlled improve the interaction between driver and vehicle.

By the superposition of the steering automatically executed steering operation of the control system is equal to the manual steering intervention by the driver.

Such an actuator can realize steering interventions that correspond to a manual steering angle of 100 °.

Against this background, it is especially important to limit all kinds of error cases, the effects of failure procedure of the control system.

As a worst case this one start running the servo motor is shown with a maximum operating speed.

This can for example by a faulty leap in measurement signals, the operating parameters or

Input variables for the rule functions constitute happen.

This jump can be affected by a jump in the actuator control command of the controller, which in turn causes the actuator to follow the new adjustment command as soon as possible. i

[0004] In such a case must recognize an error detection unit within a sufficiently small time interval (error latency) that has malfunctioned, and turn off the system immediately.

Shutting off of the actuator or

Servomotor various measures mean (cf.

1a):

Measure A: The actuator can not be driven in a controlled switch-off.

It can be stopped only in the current position.

In a motor vehicle must be able to adjust in such a case, the driver this "offset steering angle" fast enough.

Action B: The "runaway" with maximum positioning speed control motor is to detect the malfunction to zero (or another predetermined setting position) gone and held there.

The error latency (tf1) represents here the essential parameter: the higher the error latency is, the farther, the setting angle away from its desired position and the greater the direction, control system.

Is, for

Example, the fault latency time 200 ms, can be achieved at a maximum actuating speed of 300 ° / s, a steering angle of 60 °.

[0005] In FIG 1a is shown on the abscissa the time t and the ordinate the steering angle w3 of the actuator (for a false engagement).

The area under the steering angle curve in FIG 1a is proportional to the heading angle deviation that is caused by the faulty control action on the example of the steering angle control. Here, a linear vehicle model is assumed.

This results in the object, the area below the steering angle curve according to the erroneous control action over time to reduce as much as possible.

1b shows how reduced in both shutdown actions A and B a reduction of the fault latency time (here tf2 < tf1) the area.

The control curves are shown dashed in Fig 1a, 1b in Fig.

When Abschaltmassnahme B results in a finite area which is reduced by reducing the error latency.

In the case of A Abschaltmassnahme the area or heading angle deviation versus time t increases while to grow, but at a reduced speed.

[0006] The error latency of results from the computational time required for error check and

Error detection of an error detection unit in the control unit is needed.

Thus, the error latency can not be arbitrarily reduced.

Furthermore, the error latency depends also on the nature of the malfunction.

For errors in the control unit or in the actuator control, for example, a relatively small error latency can be achieved.

For errors in the measurement signals, such

As for the determination of the yaw rate and lateral acceleration, steering angle in the normal control systems and operating parameters

Measured variables are, of which the actuator control depends, can difficult the identification of an error significantly, and thus the fault latency time may be much larger.

[0007] A possible remedy may be to carry out a doubling of the difficult to monitor sensors and plausibility of the signals by a mutual comparison.

The disadvantage here is the cost for the additional sensors.

[0008] It is therefore an object of the invention, without additional cost to increase the security of a system of rules in the event of errors.

[0009] This object is achieved by the features of claim 1 or 4 device-or method terms.

Advantageous embodiments of the invention are the dependent claims.

[0010] The invention is based on the idea of limiting the time derivative of Aktuatorstellkommandos, which depends in particular on the difficult to be monitored sensor signals.

The invention is already in the fault-free operation of the actuator to operate only at a reduced parking rate, for example, with 70% of the maximum operating speed.

After recognizing the error, then after the error latency time (tf1, see

1c) of the actuator is preferably moved back with the maximum possible adjustment speed to the predetermined setting position (Mass Middle A) or at the current position held (Action

Without reducing the fault latency (tf1) is obtained thereby, as shown in FIG 1c, a significantly reduced area under the control curve.

In FIG 1c are for comparison with a actuator control without the invention using the example of the steering angle control system, the control curves or curves of the steering angle w3

[0011] The reduction of the maximum actuating speed during normal operation is achieved by an adjusting rate between control and actuator.

[0012] A control system for example, can serve several subfunctions, where each part is in the controller function, a function normally assigned unit.

In this case, a first group of sub-functions or depend on control function units not of measurement signals with a large fault latency time, so this rule functional units operate the actuator. A second group of functions or part of control function units depends on signals which can only be monitored with a large error latency.

These functional units and control

Sub-functions is provided, the control command to an adjusting rate limiting, so that the effects of a faulty input signal is not at too fast uncontrolled movement of the actuator or do not

The reduction of the maximum actuating speed in the second group of functions or part of the control function units by means of the adjusting rate limiting is limited such that the asso

[0013] If the result from the effective date of the rate-limiting control by closed loop stability problems, measures can be taken, as proposed for example in the unpublished U.S. 10.02

[0014] The main advantage of the invention is that one can make do with an error detection unit having a given minimum error latency and a given upper limit for the impact of an error latency, secondly, only with a small change in the relevant sub-functions by inserting an adjusting rate limiting, or an "intelligent" Stellratenbegrenzers manages and third, a sensor or alternative measures can be avoided.

[0015] In the drawing, an embodiment of the invention.  
 Shown are the example of a wheel steering angle control system  
 1a is a big mistake in setting the course of latency without the invention  
 1b shows a small error in setting the course of latency without the invention  
 1c shows an adjustment in the course of large error latency with the invention and  
 2 shows an inventive device in a control device.

[0016] The effects of the invention were already described in connection with the Figures 1a to 1c.

[0017] In FIG 2 is shown a steering assembly including a steering wheel 4 comprises, connected with a first portion of a steering column 5a. The first part 5a of the steering column is connected via a transmission 3 with a second portion 5b of the steering column. The second part of the steering column 5b ends in a servo gear 7, which connects to a steering linkage 8. About the steering linkage 8 9 wheels are adjusted in a known manner. On the first part 5a of the steering column, a sensor 6 is arranged, which receives the from the driver by means of the steering wheel 4 is manually executed steering angle  $w_1$  and for The control device 1 also receives a sum steering angle  $w_2$ , which is detected by means of a on the second part of the steering column 5b disposed sensor 10. The sum steering angle  $w_2$  results from the addition of the manually performed steering angle  $w_1$  and an automatically executed steering angle  $w_3$ . The steering angle  $w_3$  is adjusted by means of the transmission 3 via an actuator second The actuator 2 is driven via an output signal of the control unit 1, which sets in particular also the positioning speed of the actuator 2.

[0018] The control unit includes a control function in the example shown two units 11 and 12. The control function unit 11 receives as input signals the manual steering angle  $w_1$  and the vehicle speed  $v$ . The control function unit 11 is responsible for a partial function of the steering angle control system, which the driver depends on the manual steering angle  $w_1$  and the vehicle speed  $v$  assistance. This subfunction is not dependent on measurement signals with a large error latency. This means that the computation time for detecting errors in the control function unit 11 also in view of the error checking of the input signals  $w_1$  and  $v$  is smaller than a predetermined. Dependent on the activation of the actuator of the control function unit 11 can thus be performed with maximum possible speed setting. The output signal of the control function unit 11 is supplied, therefore, no time limit an addition point 14, which passes on this output signal to the actuator 2 directly.

[0019] Furthermore, the control device 1 comprises a control function unit 12. The control function unit 12 receives as input signals  $r$  the yaw rate, lateral acceleration and by the manual steering angle  $w_1$ . The control function unit 12 performs, for example a steering angle intervention to enhance vehicle stability during cornering. The error checking and thus the error detection with respect to the measurement signals which are used to form the yaw rate  $r$  and the lateral acceleration  $a_y$ , requires a computation. The control function unit 12 is thus a function of latency associated with large errors. The great fault latency is especially required by the plausibility monitoring of the measurement signals from a yaw rate and lateral acceleration sensor using a sum of the steering angle  $w_1$  and the lateral acceleration  $a_y$ . The output signal of the control function unit 12 therefore creates an adjusting rate limiting device 13, by the set adjusting the speed of the control function unit 12 predetermined, used reduced.

[0020] According to the invention, the defined limit value to be fixed, or a dependent variable value of certain operating parameters. Reducing the speed by adjusting rate adjustment can also be switched off depending on certain operating conditions, for example by the defined limit value can be temporarily set to  $i$ . The output of the control function unit 12 is thus as a with respect to the adjusting speed reduced set to the summing point 14, and finally passed to the actuator second

[0021] In the control device 1 may be a plurality of sub-functions with large error latency and / or more sub-functions are provided with small error latency. Although it would from the perspective of security across all sub-functions or

[0022] control function units an adjusting rate limiting be carried out, this would, however, in the fault-free case desirable high control speed may be deteriorated in some cases unnecessary. Basically, according to the invention, therefore, that all output variables of the control function units that perform particular functions with a large part of error latency time out, a parking. Through this core of the invention is to increase safety, not only achieved in steering angle control systems, but also in all comparable control systems with electronically controlled actuator.



## Notice

---

This automatic translation cannot guarantee full intelligibility, completeness and accuracy. [Terms of use](#), [Legal notice](#).

### Claims EP1188640

#### First

An apparatus for electronic control of an actuator in motor vehicles with a control device, comprising at least one control function unit, through which the a predetermined setting speed, characterized in that the control device (1) has a least one control function unit (12) associated with the adjusting rate limiting (13), through which of the a defined limit value is reduced.

#### Second

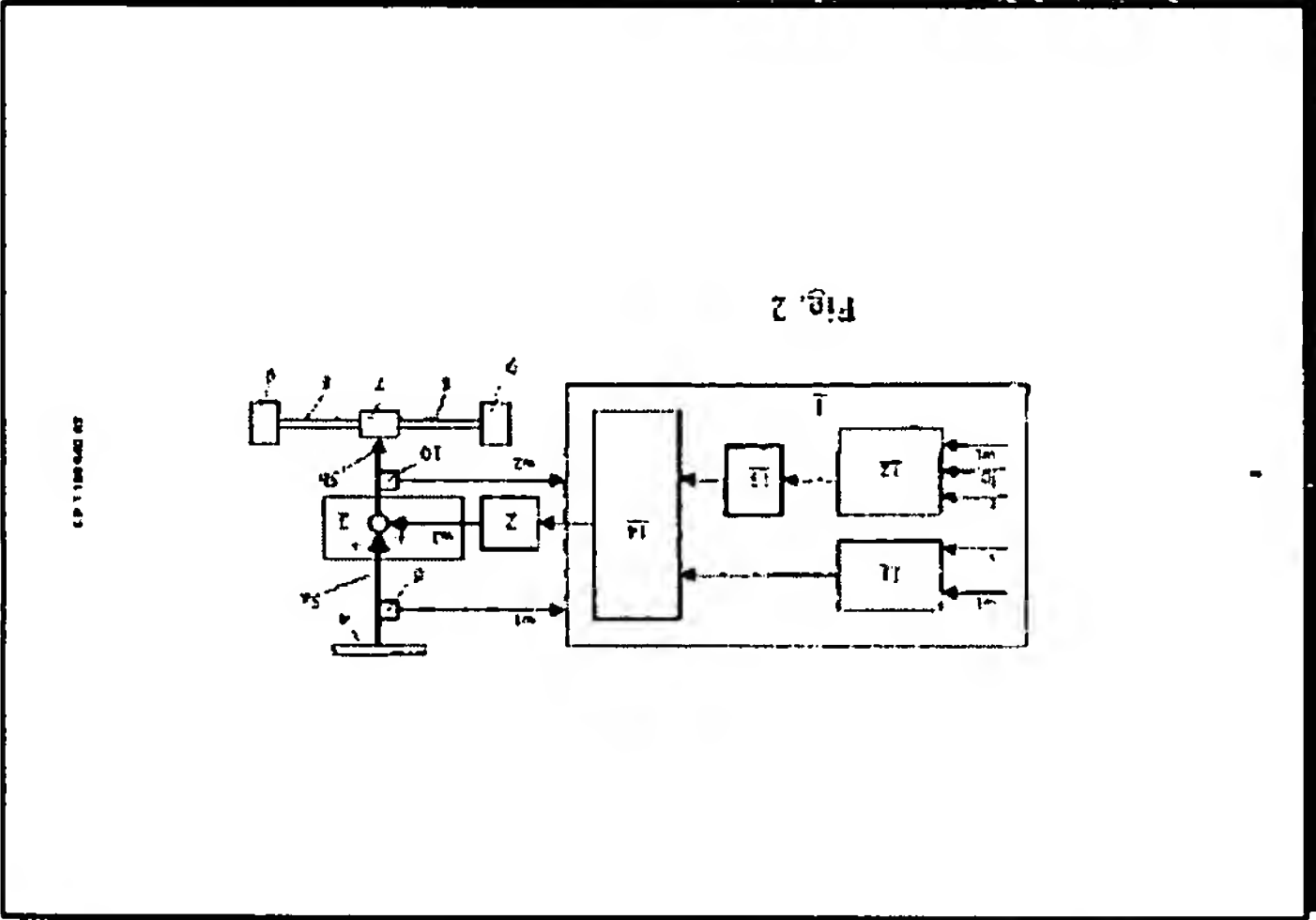
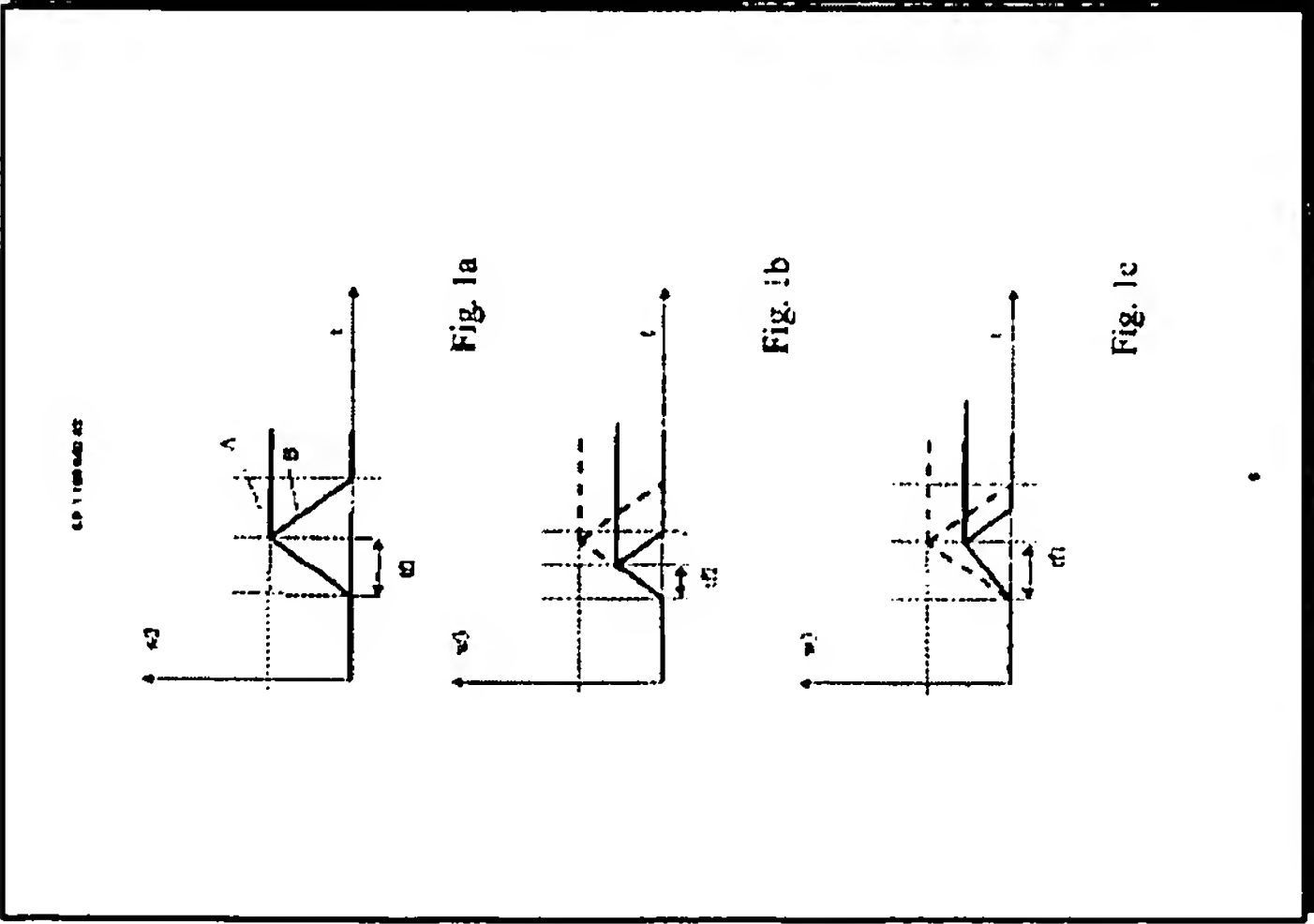
An apparatus according to claim 1, characterized in that the adjusting rate limiting (13) between the control function unit (12) and the actuator (2) is arranged.

#### Third

An apparatus according to claim 1 or 2, characterized in that the control device (1) at least two control function units (11, 12) and that has an associated adjusting rate limiting (13) on time (large error latency) required.

#### 4th

A process for electronic control of an actuator associated with a control system in motor vehicles using a device according to any one of claims 1 to 3





Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 1 188 640 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
20.03.2002 Patentblatt 2002/12

(21) Anmeldenummer: 01120221.5

(22) Anmeldetag: 23.08.2001

(51) Int Cl.7: **B62D 6/00**  
// B62D101:00, B62D111:00,  
B62D113:00, B62D137:00,  
B62D153:00

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 14.09.2000 DE 10045385

(71) Anmelder: **Bayerische Motoren Werke  
Aktiengesellschaft**  
80809 München (DE)

(72) Erfinder: **Baumgarten, Götz, Dr.**  
85757 Karlsfeld (DE)

(54) **Vorrichtung und Verfahren zur elektronischen Steuerung eines einem Regelsystem zugeordneten Aktuators in Kraftfahrzeugen**

(57) Bei einer Vorrichtung zur elektronischen Steuerung eines einem Regelsystem zugeordneten Aktuators (2) in Kraftfahrzeugen mit einem Steuergerät (1), das mindestens eine Regelfunktionseinheit (12) aufweist, durch die der Aktuator (2) abhängig von mindestens einem Betriebsparameter mit einer vorgegebenen Stell-

geschwindigkeit ansteuerbar ist, weist das Steuergerät einen mindestens einer Regelfunktionseinheit (12) zugeordneten Stellratenbegrenzer (13) auf, durch den die von der Regelfunktionseinheit vorgegebene Soll-Stellgeschwindigkeit zur Ansteuerung des Aktuators (2) auf einen definierten Begrenzungswert reduzierbar ist.

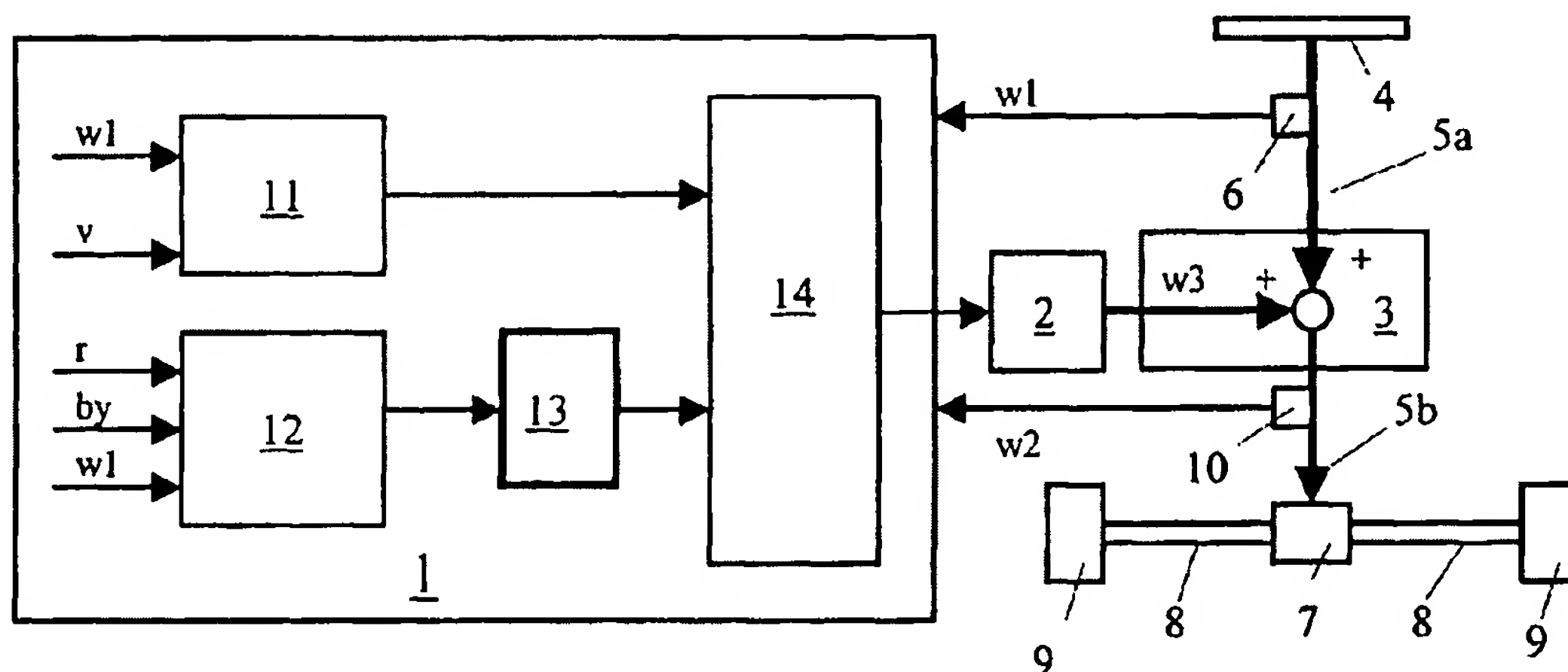


Fig. 2

EP 1 188 640 A2



## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur elektronischen Steuerung eines einem Regelsystem zugeordneten Aktuators in Kraftfahrzeugen nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Eine derartige Vorrichtung ist beispielsweise im Zusammenhang mit einem Regelsystem zur Lenkwinkelsteuerung der Vorderräder eines Fahrzeuges aus der DE 4110148 C2 bekannt. Einem derartigen Lenkwinkel-Regelsystem ist als Aktuator beispielsweise ein elektrischer Stellmotor an der Lenksäule zugeordnet. Bei derartigen Vorrichtungen zur elektronischen Steuerung eines einem Regelsystem zugeordneten Aktuators in Kraftfahrzeugen wird grundsätzlich zur Ansteuerung des Aktuators die maximal mögliche Stellgeschwindigkeit im Hinblick auf die Regelgüte, insbesondere im Hinblick auf die Stabilität des Regelkreises, vorgegeben.

[0003] Beispielsweise bei einer Überlagerungslenkung mittels eines Lenkwinkel-Regelsystems wird das Fahrverhalten des Kraftfahrzeugs durch einen elektronisch angesteuerten Stellmotor an der Lenksäule verändert, um die Sicherheit und den Fahrkomfort zu erhöhen und um das Zusammenspiel zwischen Fahrer und Fahrzeug zu verbessern. Der durch die Überlagerungslenkung automatisch ausgeführte Lenkeingriff des Regelsystems ist dabei gleichberechtigt zum manuellen Lenkeingriff durch den Fahrer. Ein derartiger Stellmotor kann dabei Lenkeingriffe realisieren, die einem manuellen Lenkwinkel von  $100^\circ$  entsprechen. Vor diesem Hintergrund ist es besonders wichtig, in allen erdenklichen Fehlerfällen die Auswirkungen eines Fehleingriffs des Regelsystems zu begrenzen. Als ungünstigster Fall ist hierbei ein Loslaufen des Stellmotors mit maximaler Stellgeschwindigkeit zu sehen. Dies kann beispielsweise durch einen fehlerhaften Sprung in Messsignalen, die Betriebsparameter bzw. Eingangsgrößen für die Regelfunktionen darstellen, geschehen. Dieser Sprung kann sich als Sprung im Aktuator-Stellkommando des Steuergeräts auswirken, welches wiederum den Aktuator veranlasst, dem neuen Stellkommando so schnell wie möglich, also mit maximaler Stellgeschwindigkeit, zu folgen.

[0004] In einem solchen Fall muss eine Fehlererkennungseinheit innerhalb einer genügend kleinen Zeitspanne (Fehlerlatenzzeit) erkennen, dass eine Fehlfunktion vorliegt, und das System sofort abschalten. Das Abschalten kann für den Aktuator bzw. Stellmotor verschiedene Maßnahmen bedeuten (vgl. Fig. 1a):

Maßnahme A: Der Stellmotor kann nicht mehr kontrolliert in eine Abschaltposition gefahren werden. Er kann nur noch in der momentanen Position gestoppt werden. Bei einem Kraftfahrzeug muss in solch einem Fall der Fahrer diesen "Offset-Lenkwinkel" schnell genug korrigieren können.

Maßnahme B: Der mit maximaler Stellgeschwindigkeit

"weggelaufene" Stellmotor wird nach Erkennen der Fehlfunktion auf Null (oder eine andere vorgegebene Stellposition) gefahren und dort festgehalten. Die Fehlerlatenzzeit ( $t_{f1}$ ) stellt hier die wesentliche Größe dar: je höher die Fehlerlatenzzeit ist, desto weiter kann sich der Stellwinkel von seiner Sollposition entfernen und desto größer ist die Richtungs- und Kursabweichung des Fahrzeugs von der Sollbahn beim Beispiel des Lenkwinkel-Regelsystems. Beträgt z. B. die Fehlerlatenzzeit 200 ms, so kann bei einer maximalen Stellgeschwindigkeit von  $300^\circ/\text{s}$  ein Lenkwinkel von  $60^\circ$  erreicht werden.

[0005] In Fig. 1a ist auf der Abszisse die Zeit  $t$  und auf der Ordinate der Lenkwinkel  $w_3$  des Aktuators (bei einem Fehleingriff) dargestellt. Die Fläche unter dem Lenkwinkelverlauf in Fig. 1a ist proportional zur Kurswinkelabweichung, die durch den fehlerhaften Stelleingriff am Beispiel des Lenkwinkel-Regelsystems entsteht. Hierbei wird ein lineares Fahrzeugmodell angenommen. Dadurch ergibt sich die Aufgabe, die Fläche unterhalb des Lenkwinkelverlaufs gemäß dem fehlerhaften Stelleingriff über der Zeit möglichst stark zu verkleinern. Fig. 1b zeigt, wie bei beiden Abschaltmaßnahmen A und B eine Verkleinerung der Fehlerlatenzzeit (hier  $t_{f2} < t_{f1}$ ) die Fläche reduziert. Die Stellverläufe aus Fig. 1a sind in Fig. 1b gestrichelt gezeichnet. Bei der Abschaltmaßnahme B ergibt sich eine endliche Fläche, die durch Reduzierung der Fehlerlatenzzeit verkleinert wird. Im Falle der Abschaltmaßnahme A wächst die Fläche bzw. die Kurswinkelabweichung über der Zeit  $t$  zwar weiter an, aber mit verringerter Geschwindigkeit.

[0006] Die Fehlerlatenzzeit ergibt sich aus der Rechenzeit, die zur Fehlerüberprüfung bzw. Fehlererkennung von einer Fehlererkennungseinheit im Steuergerät benötigt wird. Somit kann die Fehlerlatenzzeit nicht beliebig verkleinert werden. Weiterhin hängt die Fehlerlatenzzeit auch von der Art der Fehlfunktion ab. Für Fehler im Steuergerät oder in der Aktuatorsteuerung kann beispielsweise eine relativ kleine Fehlerlatenzzeit erreicht werden. Für Fehler in den Messsignalen, z. B. für die Ermittlung der Gierrate oder der Querbeschleunigung, die bei Lenkwinkel-Regelsystemen übliche Betriebsparameter bzw. Messgrößen sind, wovon die Aktuatorsteuerung abhängt, kann die Identifikation eines Fehlers wesentlich schwieriger, und damit die Fehlerlatenzzeit wesentlich größer sein.

[0007] Eine mögliche Abhilfe kann darin bestehen, eine Verdoppelung der schwer zu überwachenden Sensoren vorzunehmen und die Signale durch einen gegenseitigen Vergleich zu plausibilisieren. Der Nachteil hierbei besteht in den Kosten für die zusätzlichen Sensoren.

[0008] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ohne zusätzliche Kosten die Sicherheit eines Regelsystems bei Auftreten von Fehlern zu erhöhen.

[0009] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 bzw. 4 vorrichtungs- bzw. verfahrensmäßig gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Er-

findung sind die abhängigen Patentansprüche.

[0010] Der Erfindung liegt die Idee zugrunde, die zeitliche Ableitung des Aktuatorstellkommandos, das insbesondere von den schwierig zu überwachenden Sensorsignalen abhängt, zu begrenzen. Die Erfindung besteht darin, bereits im fehlerfreien Betrieb den Aktuator nur mit reduzierter Stellgeschwindigkeit zu betreiben, beispielsweise mit 70 % der maximal möglichen Stellgeschwindigkeit. Nach Erkennen des Fehlers, also nach Ablauf der Fehlerlatenzzeit ( $t_{f1}$ ; vgl. Fig. 1c) wird der Aktuator vorzugsweise mit maximal möglicher Stellgeschwindigkeit zur vorgegebenen Stellposition zurückgefahren (Maßnahme A) oder an der gegenwärtigen Position festgehalten (Maßnahme B). Ohne Reduzierung der Fehlerlatenzzeit ( $t_{f1}$ ) ergibt sich dabei, wie in Fig. 1c dargestellt, eine deutlich reduzierte Fläche unter dem Stellverlauf. In Fig. 1c sind zum Vergleich mit einer Aktuatoransteuerung ohne die Erfindung am Beispiel des Lenkwinkel-Regelsystems die Stellverläufe bzw. die Verläufe des Lenkwinkels  $w_3$  des Aktuators von Fig. 1a gestrichelt dargestellt.

[0011] Die Reduzierung der maximalen Stellgeschwindigkeit im Normalbetrieb wird durch einen Stellratenbegrenzer zwischen Regelung und Aktuator erreicht.

[0012] Ein Regelsystem kann beispielsweise mehrere Teilfunktionen erfüllen, wobei im Steuergerät jeder Teilfunktion eine Regelfunktionseinheit zugeordnet ist. Dabei kann eine erste Gruppe von Teilfunktionen bzw. von Regelfunktionseinheiten nicht von Messsignalen mit großer Fehlerlatenzzeit abhängen, so dass diese Regelfunktionseinheiten den Aktuator mit seiner maximal möglichen Stellgeschwindigkeit betreiben können. Eine zweite Gruppe von Teilfunktionen bzw. von Regelfunktionseinheiten hängt von Signalen ab, die nur mit einer großen Fehlerlatenzzeit überwacht werden können. Bei diesen Regelfunktionseinheiten bzw. Teilfunktionen wird das Stellkommando mit einer Stellratenbegrenzung versehen, so dass die Auswirkungen eines fehlerhaften Eingangssignals nicht zu einem zu schnellen Weglaufen des Aktuators bzw. nicht zu einer zu großen Fläche unter dem Stellverlauf führen. Die Reduzierung der maximalen Stellgeschwindigkeit in der zweiten Gruppe der Teilfunktionen bzw. der Regelfunktionseinheiten mittels der Stellratenbegrenzung wird derart begrenzt, dass die damit verbundenen Leistungseinbusse dieser Teilfunktion nicht stören.

[0013] Sollten sich durch das Wirksamwerden der Stellratenbegrenzung Stabilitätsprobleme durch geschlossene Regelkreise ergeben, können Maßnahmen dagegen ergriffen werden, die beispielsweise in der noch nicht veröffentlichten DE 10021856 vorgeschlagen werden.

[0014] Der Hauptvorteil der Erfindung liegt darin, dass man bei einer Fehlererkennungseinheit mit einer gegebenen minimalen Fehlerlatenzzeit und einer gegebenen oberen Grenze für die Auswirkungen eines Fehlerfalls erstens ohne Änderungen in der Fehlererkennungsein-

heit mit Beibehaltung der machbaren Fehlerlatenzzeit auskommt, zweitens nur mit einer kleinen Änderung in den betroffenen Teilfunktionen durch Einfügen einer Stellratenbegrenzung oder eines "Intelligenten" Stellratenbegrenzers auskommt und drittens eine Sensorverdoppelung oder eine aufwendige Weiterentwicklung des Algorithmus zur Fehlererkennungseinheit oder andere kostspielige Alternativmaßnahmen vermieden werden können.

[0015] In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Es zeigen am Beispiel eines Lenkwinkel-Regelsystems

- Fig. 1a einen Stellverlauf bei großer Fehlerlatenzzeit ohne die Erfindung
- Fig. 1b einen Stellverlauf bei kleiner Fehlerlatenzzeit ohne die Erfindung
- Fig. 1c einen Stellverlauf bei großer Fehlerlatenzzeit mit der Erfindung und
- Fig. 2 eine erfindungsgemäße Vorrichtung in einem Steuergerät.

[0016] Die Auswirkungen der Erfindung wurden bereits im Zusammenhang mit den Figuren 1a bis 1c beschrieben.

[0017] In Figur 2 ist eine Lenkanordnung dargestellt, die ein Lenkrad 4 umfasst, das mit einem ersten Teil einer Lenksäule 5a verbunden ist. Der erste Teil der Lenksäule 5a ist über ein Getriebe 3 mit einem zweiten Teil der Lenksäule 5b verbunden. Der zweite Teil der Lenksäule 5b endet in einem Servogetriebe 7, das eine Verbindung zu einem Lenkgestänge 8 herstellt. Über das Lenkgestänge 8 werden Räder 9 in bekannter Weise verstellt. Am ersten Teil der Lenksäule 5a ist ein Sensor 6 angeordnet, der den vom Fahrer mittels des Lenkrades 4 manuell ausgeführten Lenkwinkel  $w_1$  aufnimmt und an ein Steuergerät 1 weitergibt. Das Steuergerät 1 erhält ferner einen Summenlenkwinkel  $w_2$ , der mittels eines am zweiten Teil der Lenksäule 5b angeordneten Sensors 10 erfasst wird. Der Summenlenkwinkel  $w_2$  ergibt sich aus der Addition des manuell ausgeführten Lenkwinkels  $w_1$  und eines automatisch ausgeführten Lenkwinkels  $w_3$ . Der Lenkwinkel  $w_3$  wird mittels des Getriebes 3 über einen Aktuator 2 eingestellt. Der Aktuator 2 wird über ein Ausgangssignal des Steuergerätes 1, das insbesondere auch die Stellgeschwindigkeit des Aktuators 2 vorgibt, angesteuert.

[0018] Das Steuergerät 1 umfasst im dargestellten Beispiel 2 Regelfunktionseinheiten 11 und 12. Die Regelfunktionseinheit 11 erhält als Eingangssignale den manuellen Lenkwinkel  $w_1$  und die Fahrzeuggeschwindigkeit  $v$ . Die Regelfunktionseinheit 11 ist für eine Teilfunktion des Lenkwinkel-Regelsystems zuständig, das dem Fahrer abhängig vom manuellen Lenkwinkel  $w_1$  und der Fahrzeuggeschwindigkeit  $v$  einen Teilwinkel des automatischen Lenkwinkels  $w_3$  für eine Lenkhilfe zur Verfügung stellt. Diese Teilfunktion hängt nicht von Messsignalen mit einer großen Fehlerlatenzzeit ab. Das



heißt, die Rechenzeit zur Fehlererkennung in der Regelfunktionseinheit 11 auch im Hinblick auf die Fehlerüberprüfung der Eingangssignale  $w_1$  und  $v$  ist kleiner als eine vorgegebene Rechenzeitschwelle. Die Ansteuerung des Aktuators abhängig von dieser Regelfunktionseinheit 11 kann also mit maximal möglicher Stellgeschwindigkeit vorgenommen werden. Das Ausgangssignal der Regelfunktionseinheit 11 wird daher ohne zeitliche Begrenzung einer Additionsstelle 14 zugeführt, die dieses Ausgangssignal an den Aktuator 2 direkt weitergibt.

[0019] Weiterhin umfasst das Steuergerät 1 eine Regelfunktionseinheit 12. Die Regelfunktionseinheit 12 erhält als Eingangssignale die Gierrate  $r$ , die Querbesehleunigung  $by$  und den manuellen Lenkwinkel  $w_1$ . Die Regelfunktionseinheit 12 führt beispielsweise einen Lenkwinkleingriff zur Fahrzeugstabilisierung bei Kurvenfahrt durch. Die Fehlerüberprüfung und damit die Fehlererkennung im Hinblick auf die Messsignale, die zur Bildung der Gierrate  $r$  und der Querbesehleunigung  $by$  herangezogen werden, benötigt eine Rechenzeit, die größer als eine vorgegebene Rechenzeitschwelle ist. Die Regelfunktionseinheit 12 ist somit einer Teilfunktion mit großer Fehlerlatenzzeit zugeordnet. Die große Fehlerlatenzzeit ergibt sich insbesondere durch die notwendige Plausibilitätsüberwachung der Messsignale eines Gierraten- und eines Querbesehleunigungssensors mittels des Summenlenkwinkels  $w_2$ . Das Ausgangssignal der Regelfunktionseinheit 12 führt daher zu einem Stellratenbegrenzer 13, durch den die von der Regelfunktionseinheit 12 vorgegebene, üblicherweise maximal mögliche Soll-Stellgeschwindigkeit zur Ansteuerung des Aktuators 2 auf einen definierten Begrenzungswert reduzierbar ist.

[0020] Erfindungsgemäß kann der definierte Begrenzungswert ein fester, oder auch ein von bestimmten Betriebsparametern abhängiger variabler Wert sein. Die Reduzierung der Stellgeschwindigkeit durch den Stellratenbegrenzer kann auch abhängig von bestimmten Betriebsbedingungen ausschaltbar sein, indem beispielsweise der definierte Begrenzungswert zeitweise auf unendlich gesetzt werden kann. Das Ausgangssignal der Regelfunktionseinheit 12 wird also als ein im Hinblick auf die Stellgeschwindigkeit reduzierter Sollwert an die Additionsstelle 14 und schließlich an den Aktuator 2 weitergegeben.

[0021] Im Steuergerät 1 können mehrere Teilfunktionen mit großer Fehlerlatenzzeit und/oder mehrere Teilfunktionen mit kleiner Fehlerlatenzzeit vorgesehen sein. Zwar könnte aus Sicht der Sicherheit bei allen Teilfunktionen bzw.

[0022] Regelfunktionseinheiten eine Stellratenbegrenzung durchgeführt werden, dadurch würde jedoch die im fehlerfreien Fall wünschenswerte hohe Regelgeschwindigkeit in einigen Fällen unnötig verschlechtert werden. Grundsätzlich gilt erfindungsgemäß daher, dass alle Ausgangsgrößen der Regelfunktionseinheiten, die insbesondere Teilfunktionen mit großer Fehler-

latenzzeit ausführen, eine Stellratenbegrenzung erfahren. Durch diesen Kern der Erfindung wird eine Erhöhung der Sicherheit, nicht nur bei Lenkwinkel-Regelsystemen, sondern auch bei allen vergleichbaren Regelsystemen mit elektronisch gesteuerten Aktuatoren erreicht.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur elektronischen Steuerung eines einem Regelsystem zugeordneten Aktuators in Kraftfahrzeugen mit einem Steuergerät, das mindestens eine Regelfunktionseinheit aufweist, durch die der Aktuator abhängig von mindestens einem Betriebsparameter mit einer vorgegebenen Stellgeschwindigkeit ansteuerbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Steuergerät (1) einen mindestens einer Regelfunktionseinheit (12) zugeordneten Stellratenbegrenzer (13) aufweist, durch den die von der Regelfunktionseinheit (12) vorgegebene Soll-Stellgeschwindigkeit zur Ansteuerung des Aktuators (2) auf einen definierten Begrenzungswert reduzierbar ist.
2. Vorrichtung nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Stellratenbegrenzer (13) zwischen der Regelfunktionseinheit (12) und dem Aktuator (2) angeordnet ist.
3. Vorrichtung nach Patentanspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Steuergerät (1) mindestens zwei Regelfunktionseinheiten (11, 12) aufweist und dass ein Stellratenbegrenzer (13) nur einer Regelfunktionseinheit (12) zugeordnet ist, die zur Fehlererkennung mehr als eine vorgegebene Rechenzeit (große Fehlerlatenzzeit) benötigt.
4. Verfahren zur elektronischen Steuerung eines einem Regelsystem zugeordneten Aktuators in Kraftfahrzeugen mittels einer Vorrichtung nach einem der Patentansprüche 1 bis 3.

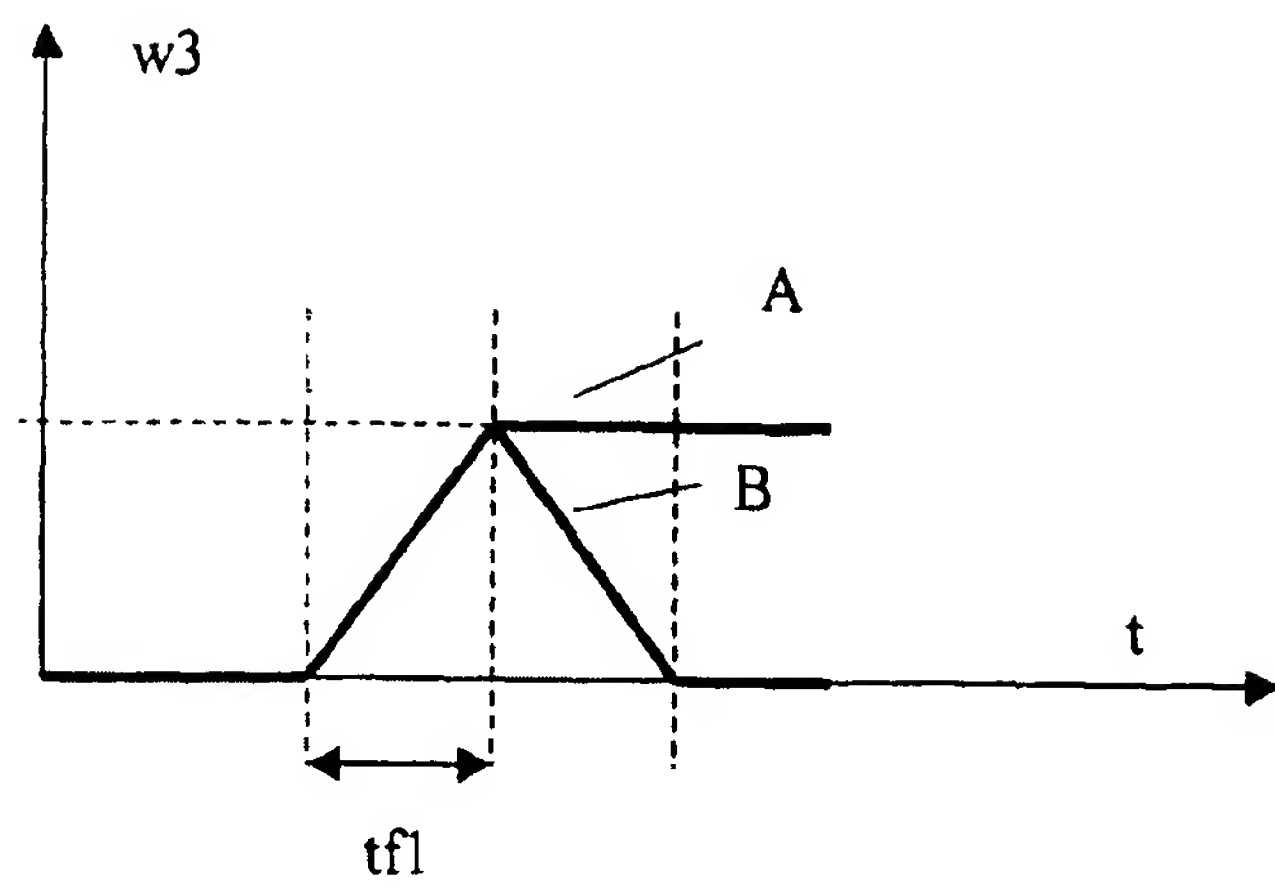


Fig. 1a

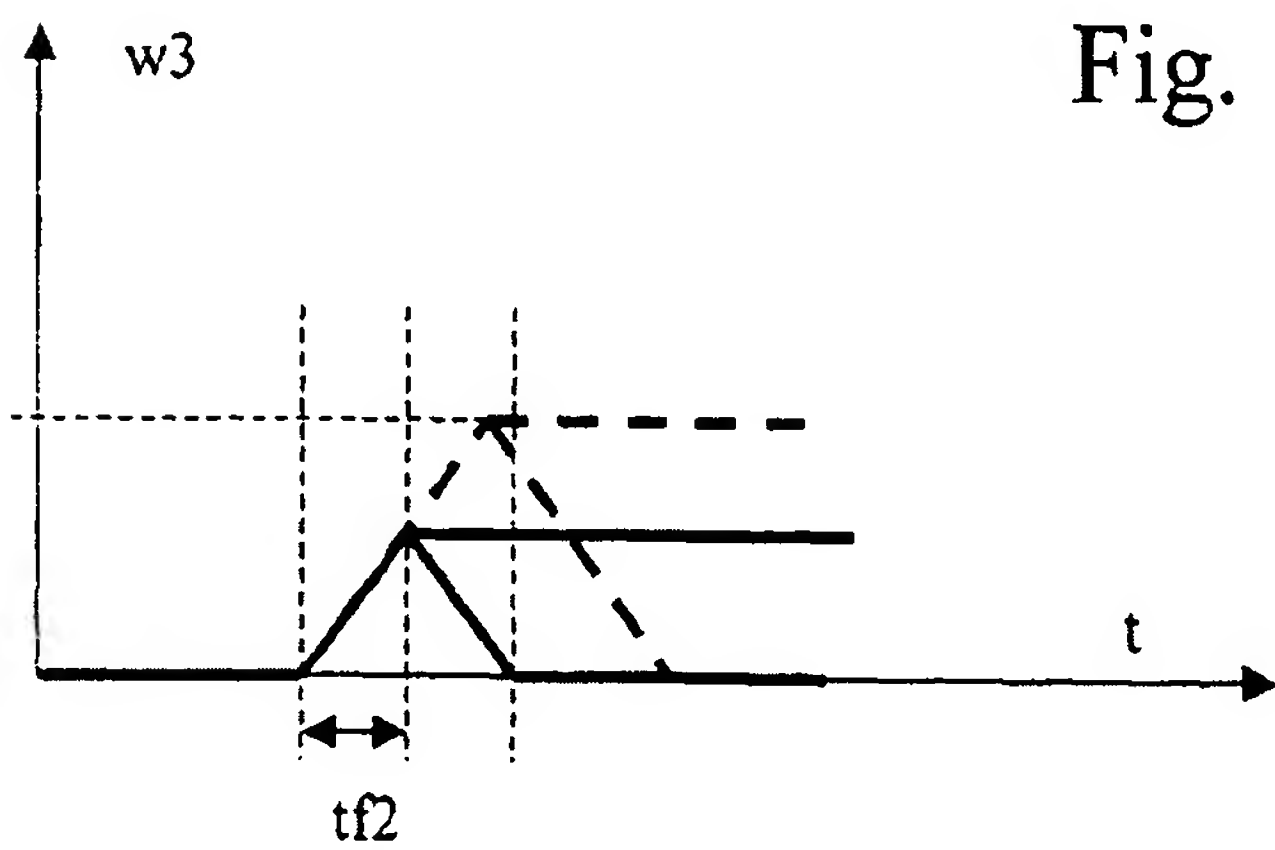


Fig. 1b

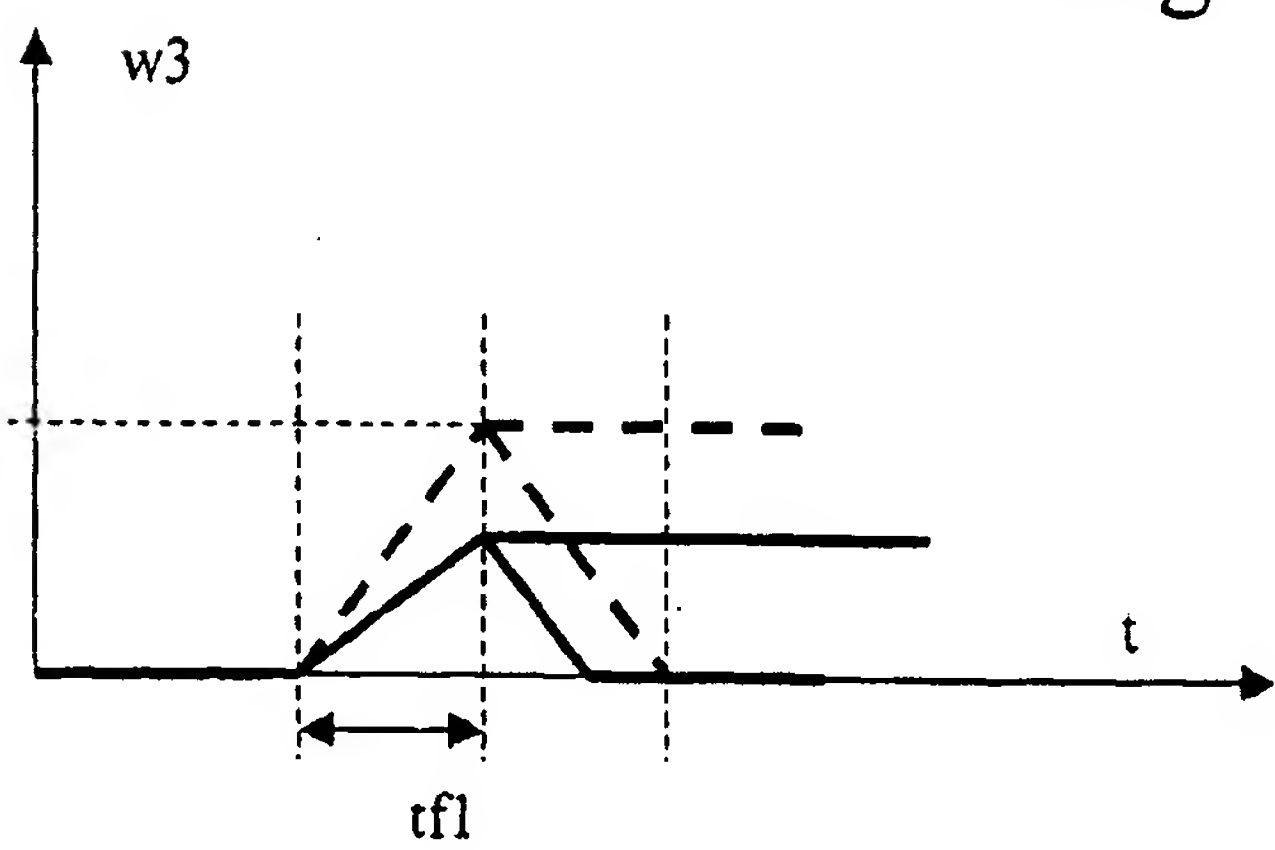


Fig. 1c

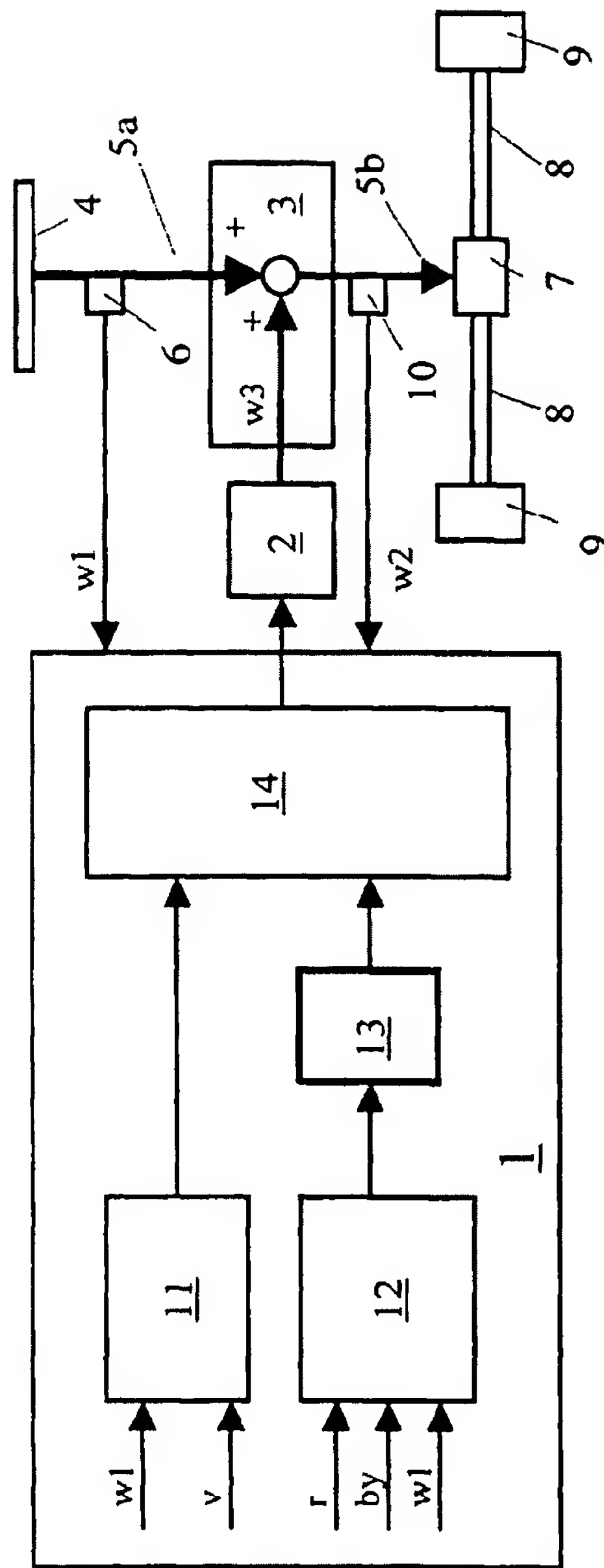


Fig. 2